

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-128876

(43)公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-260841

(22) 出願日 平成6年(1994)10月26日

(71) 出願人 591194366

ロタ ヨコガワ ゲーエムペーハー ウン
ト ツエーオー カーゲー
ドイツ連邦共和国 デー-79664 ベール
ラインシュトラーゼ 8

(72) 発明者 リッケン、ハンス-マルテン
ドイツ連邦共和国 79713パット ゼッキ
ンゲン、ゾンハルデ6

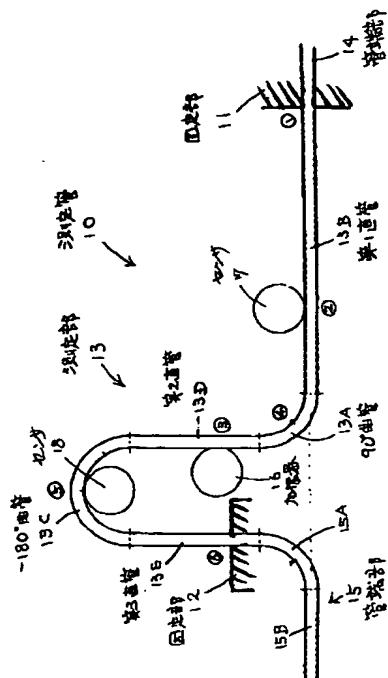
(74)代理人 我理士 渡辺 正康 (外1名)

(54) 【発明の名称】 コリオリ質量流量計

(57) 【要約】

【目的】 固有振動数を高くすることにより外部からの振動の影響を軽減すると共に質量流量の検出感度を上げながら小形化が達成できるように改良したコリオリ質量流量計を提供するにある。

【構成】 測定管の中に被測定流体を流し加振器により先の測定管を所定モードで振動させセンサで得られる一対のセンサ信号を用いて質量流量を測定するコリオリ質量流量計において、先の測定管は第1固定部と第2固定部により固定された測定部とこれらの固定部の外部に連通して配置される一対の管端部よりなり、先の測定部は、一端が先の第1固定部に固定され先の被測定流体を導入する第1直管と、この第1直管と実質的に直角方向に配置され先の被測定流体が流出する一端が先の第2固定部に固定された第3直管と、曲がり角が実質的に90°の90°曲管と曲がり角が実質的に-180°の-180°曲管とを含む曲管部とを具備し、この曲管部で先の第1直管と先の第3直管の各他端とを連結したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】測定管の中に被測定流体を流し加振器により前記測定管を所定モードで振動させセンサで得られる一対のセンサ信号を用いて質量流量を測定するコリオリ質量流量計において、

前記測定管は第1固定部と第2固定部により固定された測定部とこれらの固定部の外部に連通して配置される一対の管端部よりなり、前記測定部は、一端が前記第1固定部に固定され前記被測定流体を導入する第1直管と、この第1直管と実質的に直角方向に配置され前記被測定流体が流出する一端が前記第2固定部に固定された第3直管と、曲がり角が実質的に90°の90°曲管と曲がり角が実質的に-180°の-180°曲管とを含む曲管部とを具備し、この曲管部で前記第1直管と前記第3直管の各他端とを連結したことを特徴とするコリオリ質量流量計。

【請求項2】2本の測定管を平行に配列しこれらの中に被測定流体を等量に分岐して流しこれ等の間に設けられた加振器により前記各測定管を互に所定モードで逆方向に振動させこれ等の測定管の間に設けられたセンサで得られる一対のセンサ信号を用いて質量流量を測定するコリオリ質量流量計において、

前記各測定管は第1固定部と第2固定部により固定された測定部とこれらの固定部の外部に連通して配置される各一対の管端部よりなり、前記各測定部は、一端が前記第1固定部に固定され前記被測定流体を導入する各第1直管と、この各第1直管と実質的に直角方向に配置され前記被測定流体が流出する一端が前記第2固定部に固定された各第3直管と、曲がり角が実質的に90°の90°曲管と曲がり角が実質的に-180°の-180°曲管とを含む各曲管部とを具備し、この各曲管部で前記各第1直管と前記各第3直管の各他端とを連結したことを特徴とするコリオリ質量流量計。

【請求項3】一対の前記固定部を一体として堅固に固定する第1支持体と、一対の前記管端部を介して前記第1支持体を覆って一体に固定する第2支持体とを具備することを特徴とする請求項2記載のコリオリ質量流量計。

【請求項4】一対の前記管端部のうち、前記第3直管に連通する管端部は90°に曲げられて他方の管端部と同一軸上或いはこの軸に平行な軸上に配置されるようにしたことを特徴とする請求項3記載のコリオリ質量流量計。

【請求項5】一対の前記管端部のうち、前記第1直管に連通する管端部は90°に曲げられて他方の管端部と同一軸上或いはこの軸に平行な軸上に配置されるようにしたことを特徴とする請求項2記載のコリオリ質量流量計。

【請求項6】前記加振器はコリオリ変位がほぼゼロとなる前記90°曲管と-180°曲管とに連結された第2直管部に設けられ、さらに前記センサはこの加振器によ

る振動変位が互に等しい前記第1直管と前記-180°曲管に設けられたことを特徴とする請求項1又は2記載のコリオリ質量流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、両端が固定された測定管に被測定流体を流し、加振器により測定管を所定モードで振動させ、その結果、得られる一対のセンサ信号を用いて質量流量を測定するコリオリ質量流量計に係り、特に、固有振動数を高くすることにより外部からの機械振動の影響を軽減すると共に質量流量の検出感度を上げながら小形化が達成できるように改良したコリオリ質量流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】コリオリ力の原理を用いて質量流量を測定する質量流量計は、過去、40年間において数多く提案されてきた。

【0003】これらのうちで実用化されているものとして、米国特許R e. 31450、米国特許4422338、及び米国特許4491025などに開示されているU字形のコリオリ質量流量計がある。

【0004】このタイプのコリオリ質量流量計は、U字状の測定管の開放端を固定部材に片持梁状に固定し、この固定部材を支点としてU字面が上下に振動する曲げモードで測定管を振動させながらこの測定管に測定流体を流すことにより捩れモードで発生するコリオリ力を測定して質量流量を知るものである。

【0005】一般にコリオリ質量流量計の質量流量の測定感度は、 f_c を測定管を加振する加振周波数（共振周波数）、 f_r をコリオリ力によって発生する振動のコリオリ共振周波数とすれば、以下の（1）式で示す動倍率Vに比例することが知られている。

$$V = 1 / [1 - (f_r / f_c)^2] \quad (1)$$

【0006】これをU字形のコリオリ質量流量計、例えば米国特許4823613の表I Vに開示されている数値例で示すと、 $(f_r / f_c) = 0.423$ という数値となり、この結果として動倍率Vは1.22という小さな値しか得られないということがわかる。

【0007】この値を大きくして測定感度を大きくするには、測定管の全長、つまり固定部材からU字形の頂部までの長さを大きくして、全体として加振周波数 f_c とコリオリ共振周波数 f_r とを下げながら互いに近づける必要があるが、この結果として、検出部の大きさを大型化する原因になる。

【0008】さらに、加振に基づく共振周波数が低下するので、コリオリ周波数が外部から混入する機械振動の周波数に近接し、この機械振動のノイズによる外乱の影響も受けやすくなる欠点も生じる。

【0009】また、米国特許5291792には、直管形のコリオリ流量計が開示されている。両端を固定した

直管形のコリオリ流量計は、一般に加振に基づく共振周波数は、高いがコリオリ周波数とかなりかけ離れている。このため、動倍率Vが小さい。

【0010】そこで、直管状の測定管の中央部にスプリングを付加して加振に対するステフネスを増し、コリオリ共振周波数 f_c に影響を与えることなく加振に基づく共振周波数 f を上昇させてコリオリ共振周波数 f_c に近づけ、動倍率Vを増加させることにより測定感度を向上させる構成が開示されている。

【0011】しかし、このような構成によっても、もともと直管状の測定管の長さを大きくとらないと必要な強度のセンサ信号が得られないで、 f_c を f に近づけても、検出部のサイズを大幅に低減させることはできず、小形化の障害となる。

【0012】また、欧州特許0210308B1、特開昭62-27621、西独特許3916285C2、特開平3-73811などには、S字形の形状をした測定管を有するS字形のコリオリ流量計が開示されている。

【0013】これらは何れも、S字状の測定管の両端を固定し、例えばその中央部を加振器で加振し、S字の頂部でこの測定管に測定流体を流すことによって発生するセンサ信号を検出する構成である。

【0014】この形状はU字形のコリオリ質量流量計に比べると、測定感度を増加させるための寸法選択の自由度が大きい利点はあるが、測定管の最低共振周波数は低い値となり、外部からの機械振動の影響を受け易いという問題がある。

【0015】さらに、このタイプは外部からの応力や機械振動の影響を受け易いので、両端の支持部を非常に堅固かつ複雑な構成にする必要があり、これを実現しようとすると高価なものになる欠点がある。

【0016】また、このタイプは測定管の形状が複雑に曲がっているので、保守の際に、測定管の内部に存在する測定液に基づくガス、或いはドレインの除去が難しいという問題がある。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】以上、説明したように、①U字形のコリオリ質量流量計は、測定感度を大きくしようとすると機械振動による外乱の影響を受け易くなり、また検出部を大型化する欠点がある。

【0018】また、②直管形のコリオリ流量計は、シンプルな構造であるが信号強度を大きくするために直管長が長くなり、このため検出部のサイズを大幅に低減させることができない。

【0019】さらに、③S形のコリオリ流量計は、測定感度を増加させるための寸法選択の自由度が大きいが、機械振動のノイズによる外乱の影響を受けやすく、かつ検出部の径方向の寸法が大きくなる欠点があり、その上、セルフドレイン性にも劣るという問題もある。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の課題を解決するための主な構成として、測定管の中に被測定流体を流し加振器により先の測定管を所定モードで振動させセンサで得られる一対のセンサ信号を用いて質量流量を測定するコリオリ質量流量計において、先の測定管は第1固定部と第2固定部により固定された測定部とこれらの固定部の外部に連通して配置される一対の管端部よりなり、先の測定部は、一端が先の第1固定部に固定され先の被測定流体を導入する第1直管と、この第1直管と実質的に直角方向に配置され先の被測定流体が流出する一端が先の第2固定部に固定された第3直管と、曲がり角が実質的に 90° の 90° 曲管と曲がり角が実質的に -180° の -180° 曲管とを含む曲管部とを具備し、この曲管部で先の第1直管と先の第3直管の各他端とを連結したものである。

【0021】

【作用】測定部は互に逆方向に曲げられた一対の曲管部を有し、第1固定部と第2固定部により固定され第1直管と第3直管とは互に直角方向をなしてこれ等の固定部に固定されているが、これらの直管の間は曲管部で連結されており、この測定管の中に被測定流体を流して加振器により曲管部を所定モードで振動させ、曲管部に設けられたセンサで得られる一対のセンサ信号を用いて質量流量を測定する。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例について図を用いて説明する。図1は本発明の基本をなす要部構成を示す要部実施例である。以下、この図1を用いて、本発明の要部構成の説明をする。

【0023】測定管10は、例えばステンレス鋼製であり、一対の固定部11、12により固定された測定部13と、これらの固定部11、12の外部に位置する一対の管端部14、15より構成されている。

【0024】さらに、測定部13は、一方の固定部11と 90° 曲管13Aの一端との間を第1直管13Bで、 90° 曲管13Aの他端と -180° 曲管13Cの一端との間を第2直管13Dで、さらに -180° 曲管13Cの他端と他方の固定部12との間を第3直管13Eで連通するように形成されている。

【0025】また、固定部12で固定された第3直管13Eに連通する管端部15は、 90° 曲管15Aで 90° に曲げられて第4直管15Bとされ、他方の管端部14と同一軸上になるように配置されている。

【0026】さらに、第2直管13Dには測定管10を紙面に上下に振動させる加振器16が、第1直管13Bと -180° 曲管13Cとには被測定流体が測定管10に流れることによって生じるコリオリ力を検出するセンサ17、18がそれぞれ配置されている。

【0027】そして、センサ17、18は互いに等しい振動変位が生じる位置に、加振器16は被測定流体によ

って発生するコリオリ変位がゼロになる位置にそれぞれ配置される。

【0028】次に、図2を用いて図1に示す要部実施例の動作について説明する。図2(A)は、固定部11と12とを固定して加振器16で加振したときの加振変位を、図2(B)はこのときのコリオリ変位を、図2(C)はコリオリ力をそれぞれ示している。

【0029】図2(A)において、①は固定部11の位置を、②はセンサ17の位置を、③は加振器16の位置を、④は90°曲管13Aの位置を、⑤はセンサ18の位置を、⑥は固定部12の位置をそれぞれ示している。

【0030】加振器16を紙面に対して上下に加振すると、測定部13はこの形状に対応して全体として紙面に対して上下に加振モードの共振周波数で振動し、その加振変位は図2(A)のような変位を示す。

【0031】ただし、ここでは加振変位は上下に振動するが、そのうち上側に変位した瞬間の変位しか示していない。なお、後の流量信号処理を容易にするために、この加振変位が等しい②と⑤に、それぞれセンサ17と18が配置されている。

【0032】加振した状態で、測定管10に被測定流体を流すと、図2(B)に示すように、測定部13に高次のモードでコリオリ力が発生するが、そのコリオリ変位は加振器16のある③の位置でゼロとなり、その前後で極性が反転する変化を示す。

【0033】また、この状態では、コリオリ力は、図2(A)の④で示すように加振変位が最大の位置である90°曲管13A(図1)でゼロとなり、その前後で極性が反転する変化を示す動作をする(図2(C))。

【0034】以上の構成・動作を踏まえると、図1に示す構成は、90°曲管13A、第2直管13D、-180°曲管13C、第3直管13Eで構成される曲管部の存在により、同じ固定端間距離を有する直管形のコリオリ質量流量計に比較して、加振するスティフネスを小さくすることが可能で、その結果、加振による変形量を必要十分な程度まで高めて測定に必要な信号強度を得ることができる。

【0035】しかも、第1直管13Bを併用することにより、U字形のコリオリ質量流量計に比較して、加振周波比数を高くして、加振周波数 f_a とコリオリ力の共振周波数 f_r とを近づけめることができるという特徴を有する。

【0036】実際に、外径5mm、肉厚0.5mmのステンレス鋼製の測定管10を用いて実験をすると、加振周波数 f_a が201Hzの高い数値を維持しながら、コリオリ力共振周波数 f_r が280Hzと近接している。

【0037】したがって、 $(f_a/f_r)^2$ は0.515となるので、これを(1)式に代入すると動倍率Vが2.06となり、先に説明した従来のU字形の質量流量計に対して約2倍の値となり、測定感度が向上する。

【0038】つまり、図1に示す実施例は、U字形のコリオリ質量流量計に対して、加振周波数を高く維持して外部から混入する低周波の機械振動の影響を有效地に除去しながら測定感度を向上させることができる。

【0039】また、図1に示す実施例は、直管形のコリオリ流量計に対して、曲管部の存在により信号強度を向上させて、直管形のような長い直管長を不要とし、全体として検出部のサイズを大幅に低減させ、小形化が可能になる。

【0040】さらに、図1に示す実施例は、S字形のコリオリ流量計に対して、測定管の最低共振周波数を高く維持できるので、機械振動のノイズによる外乱の影響に強く、かつ測定部13の管端部14と15を結ぶ線と直角方向の寸法が小さくなり、小形化が可能である。

【0041】次に、図1に示す要部実施例をベースとして具体的に質量流量計を構成した実施例を図3に示す。なお、以下の説明においては、図1に示す要部実施例と同一の機能を有する部分には同一の符号を付して適宜にその説明を省略する。

【0042】図3(a)は単一管で構成した質量流量計の部分横断面図、図3(b)は右側固定部の側面図である。第1支持体19は、円筒状に形成され、一対の固定部11と12を一体として堅固に固定している。固定部11は第1支持体19の中心軸に対して直角に、固定部12は金具20を介して第1支持体19の外部に平行にそれぞれ固定されている。

【0043】円板状の固定部11と矩形状の固定部12には、固定部11と12の中心に対して偏心して測定管10が固定され、この測定管10に沿って同様に偏心して固定部11と12との間に被測定流体を流さないダミー管21が非接触状態で第1支持体19を貫通して固定されている。

【0044】このダミー管21と測定管10との間に、加振器16、センサ17、18がそれぞれ図1で説明した所定の位置に固定されている。これ等の加振器16と、センサ17、18は何れもコイルと磁石との間に生じる電磁気的結合を利用して加振し、或いは検出する構成である。

【0045】加振器16はコイルに電流を流すことによって磁石との間に生じる電磁力を用いてダミー管21に対して測定管10を加振し、逆にセンサ17、18は測定管10の振動に伴ってコイルの中を磁石が移動することによって生じる起電力を検出して被測定流体が流れることによって生じるコリオリ力を検出する。

【0046】図4はこれらのうち、センサ18について、図3(a)のA-A'の方向から見たときの断面図を示している。ダミー管21にはL字形の支持板22の一方の片がクランプ23を用いてボルト24a、24bで固定されている。

【0047】支持板22の他方の片には、貫通孔が開け

られ、この部分にボビン25が挿入固定されている。このボビン25の中央には空孔26が開けられ、その周囲にはコイル27が挿入固定される凹部28が形成されている。

【0048】一方、測定管10には支持板29が固定され、この支持板29には貫通孔が開けられ、この部分に皿形の取付板32を介して磁石31を取り付けたボルト30が支持板29、つまり測定管10にナット33で固定されている。

【0049】以上の構成において、ダミー管21に対して測定管が加振器16により加振されて図4では紙面に対して左右に振動させられてコリオリ力を含む相対変位により磁石31がボビン25に入り出するので、コイル27にこの相対変位に対応する起電力の変化が生じる。この起電力の変化を利用してコリオリ力を求める。

【0050】図5は2本の平行管で構成した質量流量計の横断面図、図6は図5のX-X'から見た断面図、図7は図5における加振器の横断面図、図8は図5におけるセンサの横断面図である。

【0051】測定管32(33)は、例えばステンレス鋼製であり、一对の固定部34、35により固定された測定部36(37)と、これらの固定部34、35の外部に位置する一对の管端部38、39(40、41)により構成されている。

【0052】さらに、測定部36(37)は、一方の固定部34と90°曲管36A(37A)の一端との間を第1直管36B(37B)で、90°曲管36A(37A)の他端と-180°曲管36C(37C)の一端との間を第2直管36D(37D)で、さらに-180°曲管36C(37C)の他端と他方の固定部35との間を第3直管36E(37E)で連通するように形成されている。

【0053】また、固定部35で固定された第3直管36E(37E)に連通する管端部339(41)は、90°曲管39A(41A)で90°に曲げられて第4直管39B(41B)とされ、他方の管端部38(40)と同一軸上になるように配置されている。これらのうち、括弧で記載された符号部分については、図5では測定管32の裏側にあり図示されていない。

【0054】さらに、第2直管36Dと37Dとの間に、測定管32と33とを互いに音叉状に振動させる加振器42が、第1直管36Bと37Bとの間および-180°曲管36Cと37Cとの間には、被測定流体が測定管32と33に流れることによって生じるコリオリ力を検出するセンサ43、44がそれぞれ配置されている。

【0055】そして、センサ43、44は互いに等しい加振変位が生じる位置に、加振器42は被測定流体によって発生するコリオリ変位がゼロになる位置にそれぞれ配置される。

【0056】第1支持体45は、矩形状に形成され、一对の固定部34と35を一体として堅固に固定している。固定部34は第1支持体45の中心軸に対して直角に、固定部35は金具46を介して第1支持体45の中心軸に対して平行にそれぞれ固定されている。

【0057】これ等の固定部34と35には、固定部34と35の中心に対して互いに偏心して測定管32(33)が固定され、測定管32(33)は互いに非接触状態で第1支持体45を貫通して固定されている。

【0058】ハウジング46は、円筒部47、端面部48、49、タワー部50、接続部51、52、フランジ部53、54などにより構成されている。円筒部47の両端は中心に孔が開けられた円板状の端面部48と49で閉塞されているが、端面部48と49のそれぞれの中央に開けられた孔48Aと49Aにはそれぞれ接続部51、52が挿入固定されている。

【0059】これらの接続部51、52の中心の近傍のそれぞれ2箇所には、測定部36(37)の管端部38、39(40、41)がそれぞれ挿入固定されるそれぞれ一対の挿入孔51A、52A(51B、52B)が開けられ、それらの外周部にフランジ部53、54が固定されている。

【0060】第1支持体45から離隔して管端部38、39(40、41)を介して接続部51、52に第1支持体45を固定する構造により、外部からの混入される機械振動を低減させ、かつ曲管部39A(41A)が外部応力を吸収する機能をはたすので、接続される相手配管内の圧力や熱変形の結果として生じる相手配管の圧縮・引張り応力が測定部に印加されてゼロ点変動が生じるのを防止することができる。

【0061】また、タワー部50は、一端が閉塞された円筒状となっており、その開放部が円筒部47の側面に気密を保持して固定されており、円筒部47を貫通して出た測定部36(37)の-180°曲管36C(37C)、第2直管36D(37D)、第3直管36E(37E)、センサ44などが収納される。

【0062】図6は図5のX-X'から見た断面図であり、図5に示す符号に対応する構成については同一の符号が付されている。図5、図6では第1支持体45が矩形状の断面を有するものとして説明してあるが、これは円筒状のものとして構成しても良く、この場合は市販品を使用できるのでコスト的に有利である。図7は図5における加振器42を下側から見たときの断面図を示している。

【0063】第2直管37Dには、支持板55が外方に向かうように固定され、円筒状のボビン56がその中心軸がこの支持板55に直角で第2直管36D側に向かう方向に延長されて固定されている。そして、このボビン56は、中央部56Aに対して左右対称に分割して駆動コイル57A、57Bが巻かれている。

【0064】一方、第2直管36Dには、支持板58が外方に向かうように固定され、ボビン56の中心軸に対応する支持板58の位置に停止板59、絶縁板60、磁石61がサンドイッチ状にボルト62によって固定されている。

【0065】これらの停止板59、絶縁板60、磁石61は、いずれも円板状に形成されているが、停止板59はボビン56の内径より大きい外径を有し、絶縁板60と磁石61はボビン56の内径より小さい外径を有し、第2直管36Dの振動に対して磁石61が自由にボビン56の中を移動できるようになっている。

【0066】この場合、磁石61は、加振されない状態ではボビン56の中央部56Aの位置にある。図示しない駆動装置から駆動電流を駆動コイル57A、57Bに流すことにより発生する交流磁場と磁石61との相互作用により、中央部56Aに対して左右に振動し、結果として測定部36と37を音叉状に加振する。

【0067】図8は図5におけるセンサ43、44の側面図を示している。何れも同一の構成であるが、ここではセンサ43をベースとして説明する。第1直管36Bには、支持板63が外方に向かうように固定され、円筒状のボビン64がその中心軸がこの支持板63に直角で第1直管37B側に向かう方向に延長されて固定されている。そして、このボビン64には、検出コイル65が巻かれている。

【0068】一方、第1直管37Bには、支持板66が支持板63と平行して固定され、この支持板66には絶縁板67が固定された磁石68がボルト69で固定されている。磁石68は第1直管37Bの振動に対してボビン64の中に自由に移動できるようになっている。

【0069】第1直管36Bと37Bとが加振に伴って*

$$Q_w = K \cdot \tan \Delta \Phi / f_w$$

なる演算を実行することにより質量流量 Q_w を求めることができる。

【0076】

【発明の効果】以上、実施例と共に具体的に説明したように本発明によれば、従来の質量流量計に対して以下に説明するような効果がある。

【0077】(A) 第1直管と曲管部を結合する構成により、センサ信号として必要十分な信号強度を維持したまま測定管の加振周波数を高くすることができ、また測定管の最低共振周波数もU字形やS字形に比較して高い値となるので、外部から混入する低周波の機械振動の影響を受けない安定な流量測定が可能になる。

【0078】(B) このような構成により、加振周波数 f_w を上げ、コリオリ力の共振周波数 f_c に近付けることができるので、この結果として、動倍率を大きくすることができる、測定感度を向上させることができることになる。

【0079】(C) このような曲管部の存在により、直管形のような長い直管長を不要とし、全体として検出部

* 音叉状に振動すると、これに対応して磁石68がボビン64の中を移動するので、検出コイル65には起電力が発生し、これを用いてコリオリ力を検出する。

【0070】図9は図5に示す実施例の変形実施例を示す。第1支持体70の固定部71、72に固定された測定管73(74)の管端部75と76(77、78)を固定部71と同方向に引き出す配置としたものである。

【0071】第1支持体70は、これらの管端部75、76(77、78)を介してハウジング79と結合されている。その他の加振器、センサの構成、配置はそれ図5に示したものと同一である。なお、このような構成は、図3に示す単一管形の質量流量計でも同様に適用することができる。

【0072】今まで、-180°曲管13C、36C(37C)などの構成を半円形状の曲管として説明したが、これはコ字形の曲管として形成しても同様に適用することができる。

【0073】また、図5に示す実施例では、被測定流体が測定管32と33にそれぞれ2つに等分に分流された形で流入・流出される構成として示したが、このための分歧管は例えば接続部51と52に一体として組み込む構成としても良い。

【0074】測定管10、32(33)、測定管73(74)などを通過する被測定流体の質量流量 Q_w は、図1、図3、図5、図9に示された一对のセンサ17、18、或いは一对のセンサ43、44などで検出された一对の信号電圧の位相差 $\Delta \Phi$ の正接である $\tan \Delta \Phi$ に比例し、信号周波数(=加振周波数 f_w)に反比例する。

【0075】したがって、Kを温度、被測定流体の密度に関連した補正項を含む係数とすれば、図示しない信号処理回路において

(2)

のサイズを大幅に低減させることができるので、小形化が可能になる。

(D) 第1支持体の外側に設けられた曲管部により、温度変動などによって外部から加わる圧縮・引張応力を吸収し、これらの応力を起因して生じるゼロ変動を低減させることができる。

【0080】(E) ハウジング、第1支持体、タワー部など固定構造の部分は、全て円筒をベースとして構成できるので、薄い肉厚で強固でありながら軽量な構造とすることができる。この結果として高耐圧化が可能となり、測定管が万一破損しても測定流体が外部に漏れるのを防ぐことができる。

【0081】(F) 水平設置の場合には、曲管部を下に向ければ、気泡溜りを防止でき、また上に向ければ、セルフドレインを確保することができるので、メンテナンスが容易になる。

(G) また、曲管部が1個所しか存在しないので、水平設置の場合のように床との距離が小さいときでも、既存

の相手配管と容易に接続でき、全体として小形となり、S字形のコリオリ流量計に対してメリットが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本をなす要部構成を示す要部実施例である。

【図2】図1に示す要部実施例の動作を説明する波形図である。

【図3】図1に示す要部実施例をベースとして具体的な管電流計を構成した実施例を示す構成図である。

【図4】図3に示す実施例におけるセンサの具体的な構成を示す断面図である。

【図5】平行管を用いた実施例の構成を示す横断面図である。

【図6】図5に示す実施例のX-X'から見た断面図を示す。

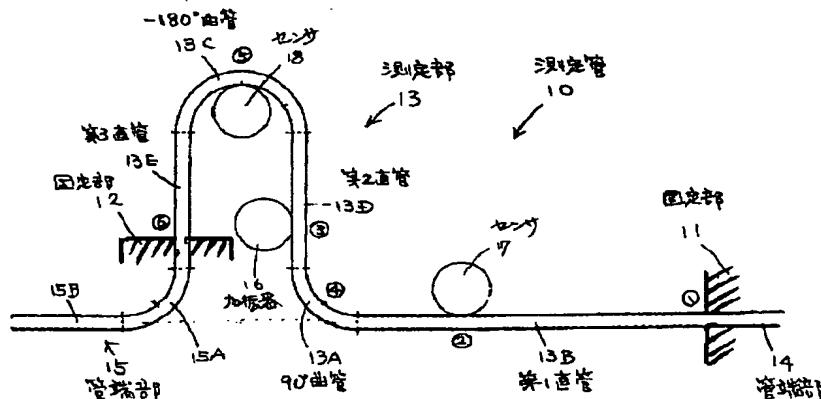
【図7】図5における実施例の加振器を下側から見たときの断面図を示している。

* 【図8】図5に示す実施例のセンサの横断面図を示す。
【図9】図5に示す実施例の変形実施例を示す。

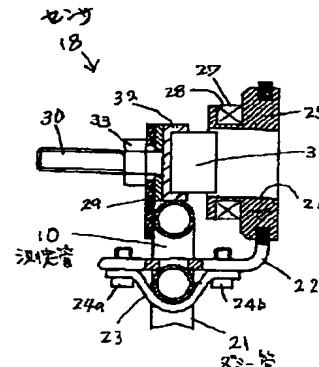
【符号の説明】

10、32 測定管
 11、12、34、35 固定部
 13、36 測定部
 13A、36A 90° 直管
 13B、36B 第1直管
 13C、36C -180° 曲管
 13D、36D 第2直管
 13E、36E 第3直管
 14、15、38、39 管端部
 16、42 加振器
 17、18、43、44 センサ
 19、45 第1支持体
 21 ダミー管
 46 ハウジング

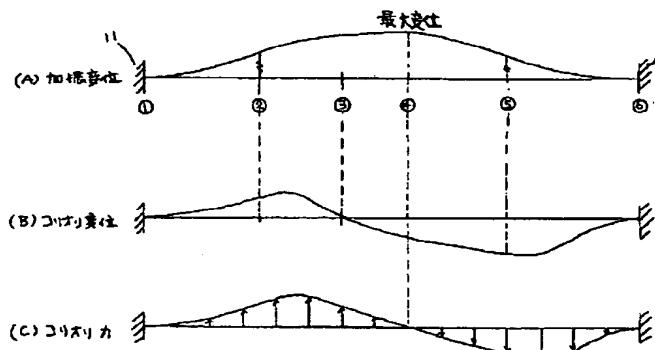
[図1]



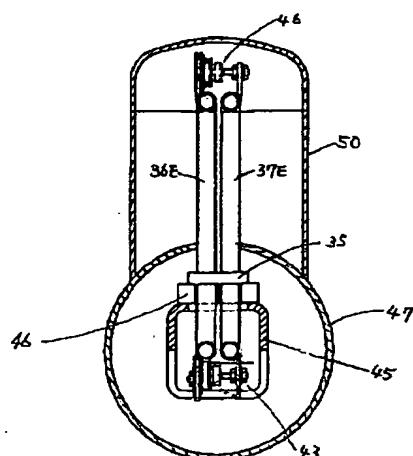
[図4]



〔図2〕

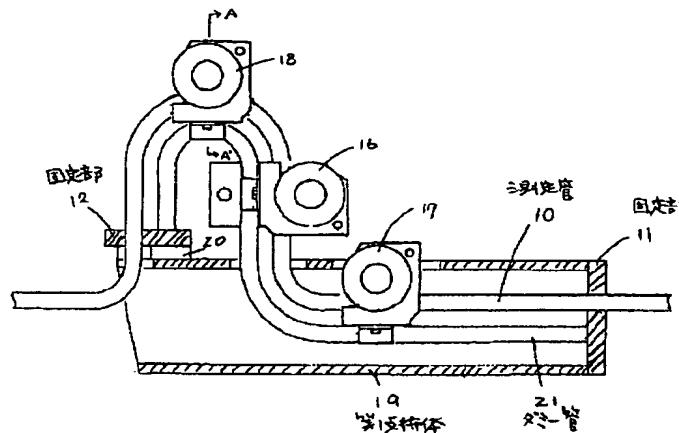


[図6]



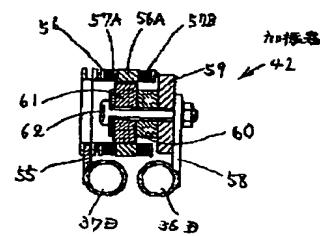
【図3】

(a)

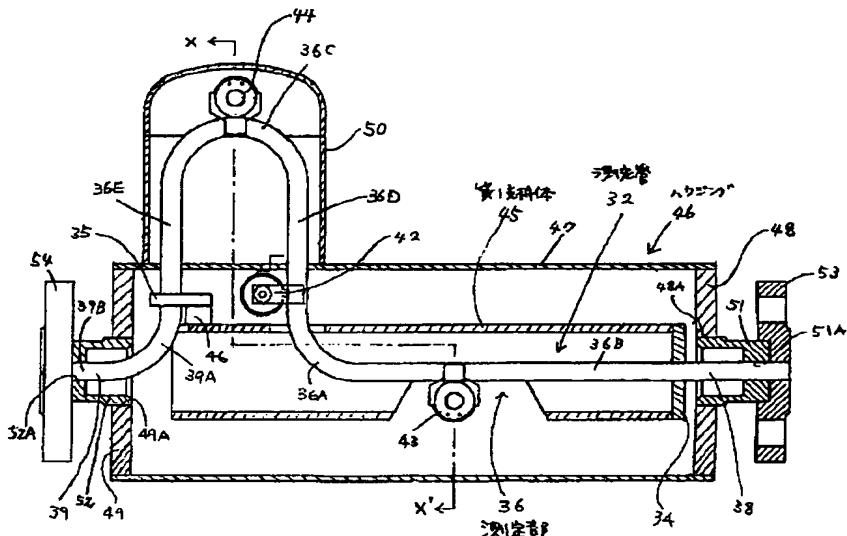
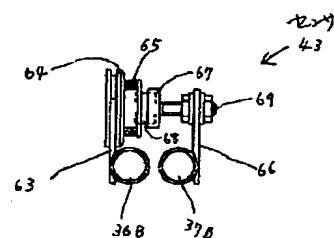


【図5】

(b)



【図8】



【図9】

